

基于 IPAT 模型的福建环境效率定量测评

●王正环 樊 斌 李常青 叶飞文

随着人们对资源和环境问题的关注逐渐加强,如何对这些问题进行定量分析成为一个重要的课题。其中一个很重要的方面,就是在现行的发展模式下,按照经济规划的发展要求,在资源消耗和污染排放方面,应该采取多大的控制力度,以确保经济的可持续发展。下面将运用IPAT模型,进行尝试性研究。

一、研究模型的选择

笔者认为著名的IPAT模型可以作为研究循环经济实施过程中提高资源利用效率,降低环境压力实现可持续发展的工具。美国斯坦福大学的著名人口学家Paul R. Ehrlich教授提出了一个关于环境负荷(I)与人口(P)、富裕度(A)和技术(T)三因素之间关系的恒等式:

$$I = P \times A \times T \quad \text{式}$$

式中I表示经济发展对资源环境的压力,P表示人口总量,A表示人均资源消耗程度或消费水平(可用人均GDP表示),T表示提供消费品的各种技术对环境的破坏程度,也称为环境效率(用物质质量表示)。这一公式简单实用,它是西方学者在20世纪70、80年代,经

过反复讨论才确定下来的,并经过验证,可用来做定量计算。

令 $G = P \times A$, 则式 变形为:

$$I = G \times T \quad \text{式}$$

式中G是生产总值。

经济发展对资源和环境等自然资本的影响主要受到生产总值和技术能力的制约,因此可以根据这两个因子的情况和变化具体地判断经济发展对环境的总体影响,这为经济实现可持续发展从概念转化为政策提供了基本的途径。

假设基准年生产总值为 G_0 ,年增长率为 g ,基准年环境效率为 T_0 ,年降低率为 t ,则第 n 年的环境负荷为:

$$I_n = G_n \times T_n = G_0 \times (1 + g)^n \times T_0 \times (1 - t)^n$$

即:

$$I_n = G_0 \times T_0 \times (1 + g - t - gt)^n \quad \text{式}$$

当

$$t = g / (1 + g) \quad \text{式}$$

环境负荷将维持不变,而当 $t > g / (1 + g)$ 时环境负荷将随生产总量的上升而下降,当 $t < g / (1 + g)$ 时环境负荷将随生产总量的上升而增加。

当 t 值越是远离 $g / (1 + g)$ 值时,相应的环境负荷变化将越快于生产总量的变化。因此,我们可以将:

$$t - g / (1 + g) \quad \text{式}$$

作为衡量经济发展中资源环境效率符合可持续发展要求的必要的定量条件。

对式 两边求导数可以发现当环境负荷不随GDP增长而变化时,GDP增长越快,要求的资源利用效率越高。只有当经济发展中各种技术对环境的破坏程度 T 的负增长(资源利用效率正增长)抵消GDP增长时,才带来环境负荷的降低,实现产业集群的可持续发展。

依据上述模型,可以对福建经济发展将面临的可持续发展问题进行定量研究,在制订相关循环经济规划时确定正确的生产总值与各类环境效率指标(单位GDP的各类能耗或资源消耗量)。

二、福建为实现可持续发展的环境效率具体分析

1994到2005年,福建GDP年均增长12.5%,人均GDP增长11.3%,均居全国前列。2005年GDP总量达到6560.07亿元,人均GDP约合2270美元,位于全

国第8位。根据福建省GDP规划, GDP增速在2005年到2010年为9%。按照这个增长速度, 到2010年的福建GDP总量将是2005年的 $(1+9\%)^5=1.54$ 倍。

将 $g=9\%$ 代入式(1), 可得 $t=8.26\%$, 即在9%的GDP增速规划下, 至少应保持环境效率8.26%的年降低率, 才能实现环境负荷维持不变。

下面, 我们选择一个具体的排放指标来对环境负荷的变化进行定量分析(选择二氧化硫的排放指标)。

根据《福建省“十一五”环境保护与生态建设专项规划》的要求, “...全省2010年二氧化硫总量在2005年的基础上削减8%, 控制在42.4万吨以内, 其中火电行业二氧化硫排放不超过17.3万吨;...”。

以2005年为基准年, 环境负荷为 I_0 , 环境效率为 T_0 , 则2010年福建的环境效率 $T_5=2010$ 年二氧化硫总量 \div 2010年GDP总量 $= (1-8\%) \times 2005$ 年二氧化硫总量 $\div [(1+9\%)^5 \times 2005$ 年GDP总量] $=0.6 T_0$ 即应满足 $(1-t)^5=0.6$, 计算可得 $t=10\%$, 即每年福建省的环境效率平均降低率按规划要求应达到约10%(或者资源利用效率年平均提高约10%)。

此时 $g=9\%$

则 $g/(1+g)=8.26\%$

可以看出, $t > g/(1+g)$, 按照式(1)的结论, 此时环境负荷将随生产总量的上升而下降, 说明按照此整体发展规划和污染物排放的降低水平, 福建经济发展在资源环境压力方面符合可持续发展的要求。

进一步的, 根据式(2)测算2005年到2010年福建省环境负荷与资源消耗, 可以算出环境负荷具体的下降水平, 见表一。

从表一可以看到, 只要根据《福建

表一 2005 - 2010年福建省环境负荷与资源消耗

年份	环境负荷 I	增长率 i	GDP (亿)	增长率 g	环境效率 T	降低率 t
2005	I_0	NA	$G_0=6560.07$	NA	T_0	NA
2006	$0.981 I_0$	-1.9%	$1.09G_0$	9%	$0.90 T_0$	10%
2007	$0.964 I_0$	-1.7%	$1.19G_0$	9%	$0.81 T_0$	10%
2008	$0.949 I_0$	-1.6%	$1.30G_0$	9%	$0.73 T_0$	10%
2009	$0.931 I_0$	-1.9%	$1.41G_0$	9%	$0.66 T_0$	10%
2010	$0.924 I_0$	-0.7%	$1.54G_0$	9%	$0.60 T_0$	10%

表二 2011-2015福建省环境负荷与环境效率

年份	环境负荷 I	增长率 i	GDP (亿)	增长率 g	环境效率 T	降低率 t
2005	I_0	NA	$G_0=6560.07$	NA	T_0	NA
2010	$0.924 I_0$	NA	$1.54G_0$	9%	$0.60 T_0$	10%
2011	$0.924 I_0$	0	$1.68G_0$	9%	$0.55 T_0$	8%
2012	$0.924 I_0$	0	$1.83G_0$	9%	$0.50 T_0$	9%
2013	$0.924 I_0$	0	$1.99G_0$	9%	$0.46 T_0$	8%
2014	$0.924 I_0$	0	$2.17G_0$	9%	$0.43 T_0$	7%
2015	$0.924 I_0$	0	$2.37G_0$	9%	$0.39 T_0$	9%

省“十一五”环境保护与生态建设专项规划》的要求, 保持环境效率(单位GDP的资源消耗量或单位GDP的三废排放量)年平均降低率在10%(或者资源利用效率年平均提高10%), 实现GDP的“十一五”每年9%的增长量, 环境负荷会以每年约1.56%(均值)的速度逐年降低。

假设2011年到2015年GDP继续保持9%的增长, 同时要求环境负荷维持2010年不变, 可以计算得到表二。

从表二可以看到, 要想实现2011年到2015年GDP继续保持9%的增长速度同时维持环境负荷不变, 环境效率(单位GDP的资源消耗量或单位GDP的三废排放量)年平均降低率至少应达到约9%(均值), 或者资源利用效率年平均提高约9%。

通过以上分析可以看出, 在增长速度一定的前提下, 可根据IPAT模型确定环境效率的控制目标, 也可对具

体对象(自然资源消耗或污染物排放)进行定量控制以确保发展的可持续性。

参考文献

[1]Chertow M R. The IPAT equation and its variants changing views of technology and environmental impact[J]. Journal of Industrial Econogy, 2001, 4(4): 13-30

[2]主编: 蒋应时. 上海循环经济发展报告. 上海人民出版社, 2005

[3]福建省统计局编. 福建统计年鉴. 2005. 北京: 中国统计出版社, 2005.6

[4]福建省环境保护局. 2005年福建省环境统计简明资料. 2006.5

[作者单位: 福建广播电视大学经管系讲师, ETI ELEKTROELEMENT d.d 中国办事处, 厦门大学管理学院, 福建省发展和改革委员会经济研究所]

(责任编辑: 王玮)